

Ю. Ю. Клейменова*, В. Ф. Ерхина

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

*kafomd_1@mail.ru

Научные руководители – проф., д-р техн. наук С.Б. Сидельников, доц., канд. техн. наук Е.С. Лопатина

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ КАТАНКИ ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АВЕ, ПОЛУЧЕННОЙ СОВМЕЩЕННЫМИ МЕТОДАМИ

Приведены результаты исследований структуры и свойств катанки, полученной по методу совмещенного литья-прокатки и методу совмещенного литья и прокатки-прессования из алюминиевого сплава АВЕ. Установлено, что оба метода дают возможность получить катанку с требуемым уровнем свойств, однако катанка, полученная по методу совмещенного литья-прокатки, имеет более высокие пластические свойства, что расширяет возможности ее последующей обработки с целью получения проволоки методом холодного волочения.

Ключевые слова: алюминиевые сплавы, структура, электротехнические изделия, совмещенные методы обработки, механические испытания, временное сопротивление разрыву, относительное удлинение, микротвердость.

Yu. Yu. Klejmenova, V. F. Erkhina

THE STUDY OF THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF WIRE ROD MADE OF ALUMINUM ALLOY OF AVE OBTAINED BY COMBINED METHODS

The structure and properties of rolled wire from aluminium alloy AVE obtained by using methods of combined casting-rolling and method of combined casting and rolling-extruding were represented. It was found that both methods make it possible to get the rolled wire with the required level of properties, however rolled wire obtained by the method of combined casting and rolling-extruding has higher plastic properties, that expands the possibilities its subsequent processing to produce by cold drawing wire.

Keywords: aluminium alloys, structure, electrotechnical products, combined methods of machining, mechanical tests, tensile strength, relative elongation, microhardness.

В настоящее время тенденциями развития промышленных технологий получения длинномерной продукции является замена многоцикловых процессов обработки давлением, характеризующихся большой суммарной

деформацией (прокатка, волочение, ковка и др.), способами совмещенной обработки, основанными на объединении в один цикл процессов литья, прокатки, прессования, волочения и др. операций [1].

Так, учеными Сибирского федерального университета разработана установка СЛИПП-2,5 [2], на которой реализована технология производства длинномерных изделий с небольшими размерами поперечного сечения по методу совмещенного литья и прокатки-прессования.

С целью сравнения структуры и свойств катанки, полученной методом литья-прокатки на ЛПА в условиях Иркутского алюминиевого завода, и катанки, полученной на установке СЛИПП-2,5, провели исследования структуры и свойств имеющихся образцов.

Микроструктура образцов, полученных методом литья-прокатки на ЛПА, показана на рис. 1. Структура представляет собой зерна α -твердого раствора на основе алюминия и частицы фаз, содержащие основные легирующие элементы и примеси, расположенные по границам зерен. В продольном сечении образцов наблюдается направленность в расположении частиц вдоль оси деформации. Частицы фаз мелкие и относительно равномерно распределены по объему металла.

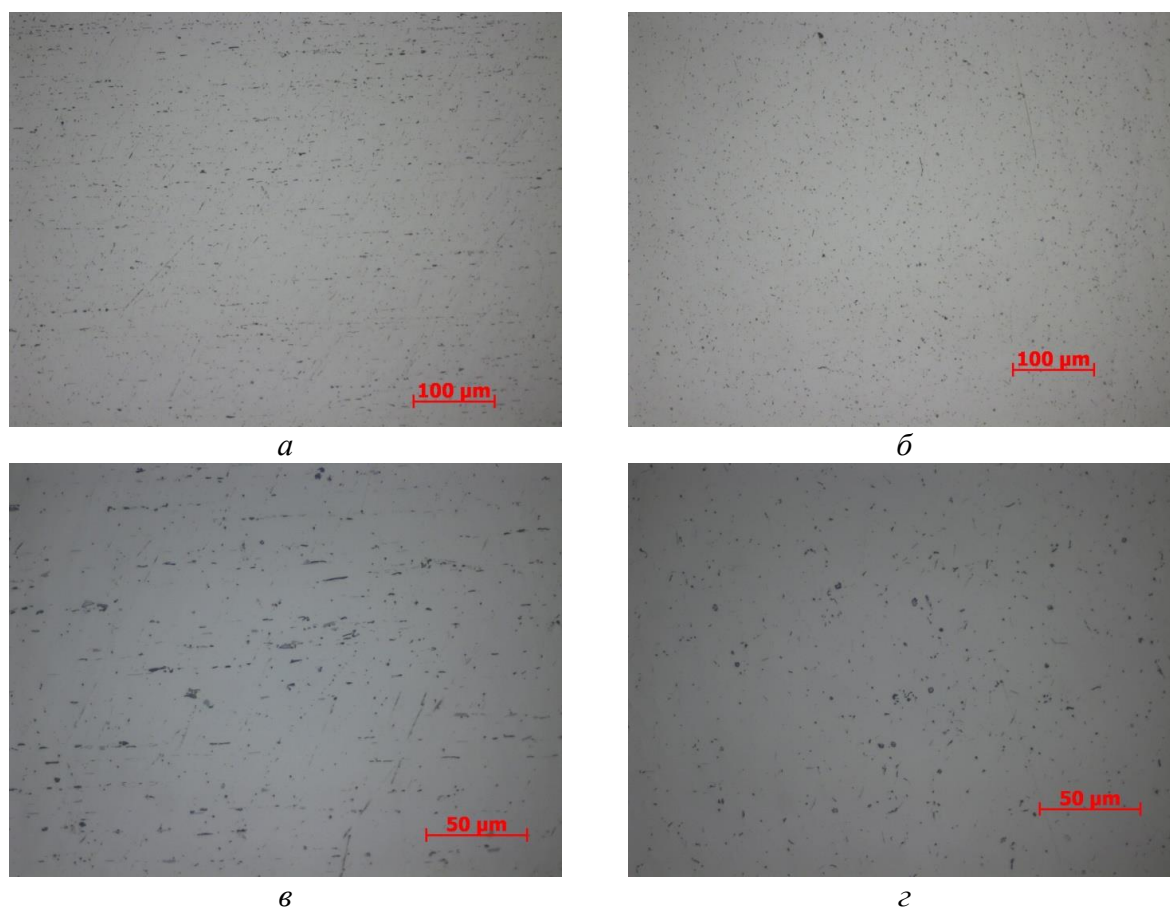


Рис. 1. Микроструктура металла катанки из сплава АВЕ, полученной на ЛПА:
а, в – продольное сечение; *б, г* – поперечное сечение; *а, б* – $\times 200$; *в, г* – $\times 500$

Микроструктура образцов, полученных методом СЛИПП (рис. 2), также состоит из твердого раствора на основе алюминия и частиц

избыточных фаз. В продольном сечении видна направленность структурных составляющих вдоль оси деформации.

Структура данных прутков неоднородна. Выявляются зоны с повышенным количеством избыточных фаз и зоны, где данных частиц относительно немного (рис. 2, в). В поперечном сечении образца фазы располагаются более равномерно, но также можно обнаружить небольшие их скопления (рис. 2, г).

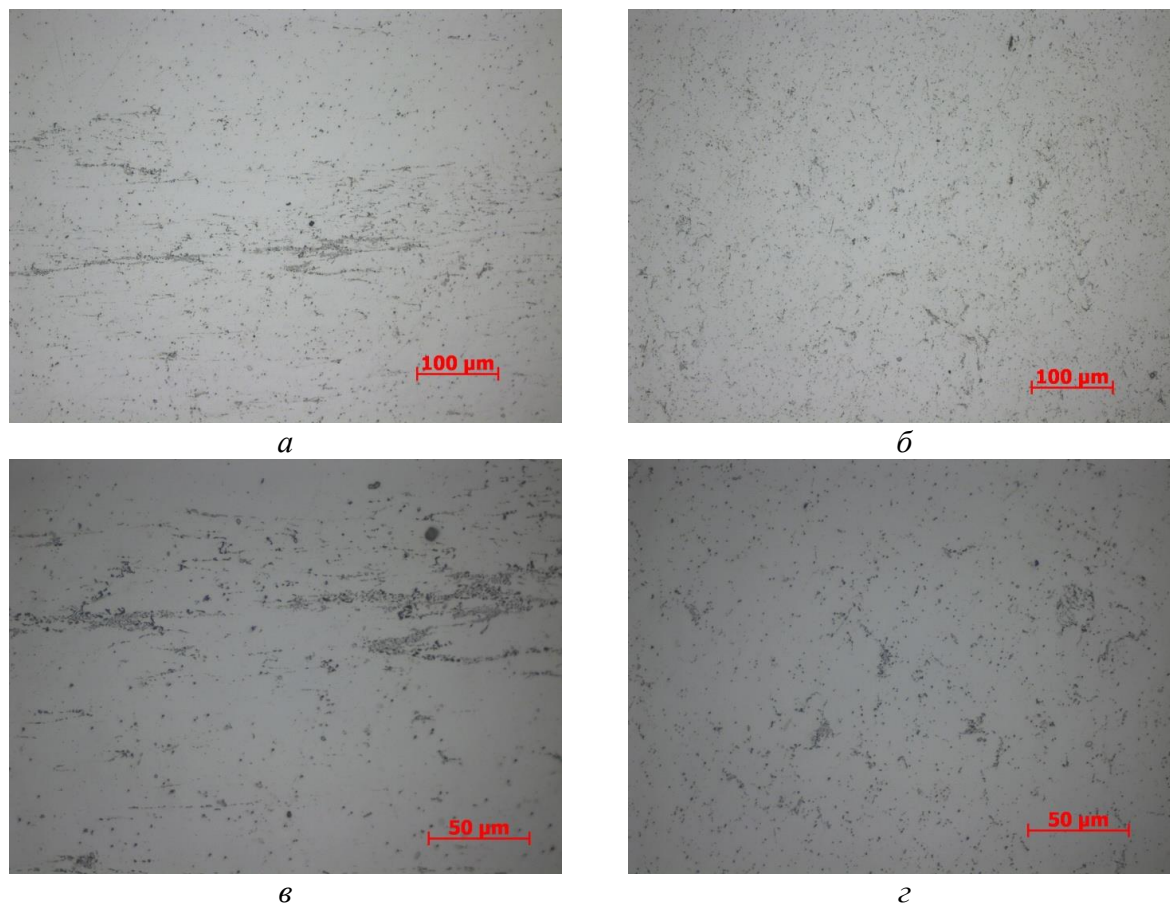


Рис. 2. Микроструктура прутка из сплава АВЕ, полученного методом СЛИПП: а, в – продольное сечение; б, г – поперечное сечение; а, б – $\times 200$; в, г – $\times 500$

Механические свойства деформированных образцов диаметром 9 мм, полученных по разным технологиям, были изучены с применением испытательной машины LFM400 (Швейцария) и цифрового микротвердомера DM8 и представлены в таблице:

Механические свойства образцов катанки из сплава АВЕ

Технология получения	Временное сопротивление разрыву, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	Микротвердость, кгс/мм ²
Литье-прокатка	252	112	17	69,48
СЛИПП	139	105	24	39,8

Анализ результатов механических испытаний показывает, что образцы из сплава АВЕ, полученные методом литья-прокатки,

характеризуются высокими прочностными свойствами и твердостью. Это обусловлено схемой последовательной прокатки литой заготовки в 14-ти клетьевом стане при достаточно низких температурах обработки и упрочнением металла при деформации.

Образцы, полученные методом СЛИПП, имеют более низкие прочностные свойства по сравнению с технологией литья-прокатки, но зато обладают более высокой пластичностью. Это обусловлено применением схемы всестороннего неравномерного сжатия, характерной для прессования металла при высоких температурах обработки. При этом следует отметить, что значения временного сопротивления разрыву соответствуют требованиям ГОСТ 20967–75, которые для катанки из сплава АВЕ не должны быть меньше 118–132 МПа в зависимости от ее типа.

Различие в свойствах можно объяснить также разной структурой полуфабрикатов. Равномерное расположение частиц по объему металла в катанке, полученной на ЛПА, способствует получению более высоких прочностных характеристик в прокате. В структуре катанки, полученной совмещенным методом СЛИПП, наличие зон, относительно свободных от частиц избыточных фаз, способствует повышению пластичности.

Таким образом, исследования показали, что применение метода СЛИПП для получения катанки из сплава АВЕ, несмотря на неоднородность распределения фаз по сечению алюминиевого твердого раствора, дает возможность получить необходимое сочетание прочностных и пластических характеристик.

Так как катанка является заготовкой для последующего волочения проволоки, целесообразность применения метода совмещенного литья и прокатки-прессования для ее производства не вызывает сомнения. В этом случае повышенная пластичность при достаточной прочности дает возможность производить максимальные обжатия при холодном волочении без обрывов проволоки. Кроме того, такая технология имеет и технико-экономические преимущества [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Белый Д. И. Алюминиевые сплавы для токопроводящих жил кабельных изделий // Кабели и Провода, 2012. №1. С. 8–15.
2. Сидельников С. Б., Довженко Н. Н., Загиров Н. Н. Комбинированные и совмещенные методы обработки цветных металлов и сплавов: монография. М.: МАКС Пресс, 2005. 344 с.
3. Клейменова Ю.Ю. Технико-экономический анализ производства катанки из сплава АВЕ с применением различных процессов совмещенной обработки. Инновационные процессы обработки металлов давлением: материалы II междунар. науч.-практ. конф. / под ред. М. В. Чукина. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2016. С. 23–24.